

ARTERIELLE DURCHBLUTUNGSSTÖRUNGEN
NACH KANULIERUNG DER ARTERIA FEMORALIS
COMMUNIS ZUM ANSCHLUSS DER
HERZ-LUNGEN-MASCHINE

RENATE PIEPER

1970



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548328_0050

Aus der Chirurgischen Klinik der
Universität München
(Direktor: Prof.Dr.Dr.h.c. R. Zenker)

Arterielle Durchblutungsstörungen nach
Kanulierung der Arteria femoralis communis
zum Anschluß der Herz-Lungen-Maschine.

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
in der gesamten Medizin

verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät der
LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT zu München

vorgelegt
von

Renate Pieper
aus
Göttingen

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität
München



Referent: Priv.Doz. Dr. Fritz Sebening

Korreferent: Prof. Dr. Dr. h.c. R. Zenker

Dekan: Prof. Dr.med. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 15.12.1970

Inhaltsverzeichnis

A. Einleitung

1. Geschichte der HLM
2. Technik der HLM
3. Methoden der arteriellen Kanulierung
4. Problemstellung

B. Nachuntersuchungen

1. Krankengut
2. Untersuchungsmethode
 - a. Erhebung durch Fragebogen
 - b. Eigene Untersuchungen
3. Ergebnisse

C. Diskussion

D. Zusammenfassung

E. Literaturverzeichnis

A. Einleitung:

1. Geschichte der HLM: Die erste erfolgreiche Operation unter Anwendung der HLM nahm Gibbon in U.S.A. im Jahr 1953 vor. In Europa wurde die erste klinische Ganzkörperperfusion 1954 von Crafoord in Stockholm durchgeführt. Diese Daten markieren einen Wendepunkt in der Geschichte der Herzchirurgie: Die Voraussetzung für eine Chirurgie am offenen Herzen war geschaffen.

Die EKZ fand in vielen Kliniken Eingang, und die Zahl der Perfusionen stieg rasch an. Insgesamt dürften jetzt mehr als 50 000 herzchirurgische Eingriffe mit Hilfe der HLM vorgenommen worden sein (Klinner et al.).

1958 führte R. Zenker in Marburg die erste erfolgreiche Operation mit Hilfe der HLM in Deutschland aus. Nach Übernahme des Lehrstuhls für Chirurgie in München 1958 verschaffte Zenker der Chirurgie am offenen Herzen auch an der Münchner Klinik Eingang; bis 1964 wurden hier 1000 Patienten mit Hilfe der EKZ operiert.

2. Technik der HLM: Eine HLM hat 3 Funktionen zu erfüllen: Gasaustausch (Funktion der Lunge), gerichtete Blutbewegung (Funktion des Herzmuskels) und Aufrechterhaltung der Bluttemperatur während der Perfusion.

a. Gasaustausch: Er kann in der künstlichen Lunge in dreierlei Phasenbeziehungen zwischen Gas und Blut erfolgen:

Filmoxygenator: Das zu oxygenierende Blut wird als dünner, großflächiger Film (98 % O_2 , 2 % CO_2) in der Gasphase ausgebreitet. Dieses Prinzip findet Anwendung beim stationären Gitteroxygenator (Mayo-Gibbon) und beim Scheibenoxygenator.

Dispersionsoxygenator: Ins venöse Blut wird Sauerstoff eingeblasen, der entstandene Blutschaum über silikonisierter Stahlwolle entschäumt (Cooley).

Membranoxygenator: Das Blut fließt zwischen dünnen Membranen, welche von der Sauerstoffatmosphäre umgeben sind.

b. Blutbewegung: Der bluthaltige Kunststoffschlauch liegt in einem hufeisenförmigen Gehäuse. Der rotierende Pumpenarm komprimiert den Schlauch und preßt das

Blut weiter (De-Bakey-Rollerpumpe).

c. Wärmeaustauscher (Brown - Sealey): Er dient zur Aufrechterhaltung der physiologischen Bluttemperatur oder zu deren Senkung, wenn Hypothermie erwünscht ist. Das Blut strömt dabei durch zahlreiche (etwa 25) kleine Röhrchen, die im Gegenstrom von entsprechend temperiertem Wasser umspült werden.

Während der Operation übernimmt die HLM die Funktion von Herz und Lungen. Dazu wird das venöse Blut über Katheter in den Hohlvenen zur Maschine hin abgeleitet, dort oxygeniert und über eine Arterie, meist die Arteria femoralis communis, in den Kreislauf des Operierten zurückgepumpt.

In der Chirurgischen Klinik München wurden 2 verschiedene Herz-Lungen-Maschinen eingesetzt (Klinner et al.):

a. Die von Zenker, Borst et al. entwickelte Maschine die mit dem Gitteroxygator arbeitet, wurde bis vor 3 Jahren verwendet. Die Füllung des Systems erfolgte mit Blut bzw. Blut mit Plasmaexpandern im Verhältnis 2:1.

b. Die von Schaudig entwickelte Maschine, die den

Dispersionsoxygenator nach Cooley verwendet, wird jetzt ausschließlich benutzt. Vor Perfusionsbeginn wird das System mit Blutersatzlösung gefüllt, meist mit 5,25 % Glucose.

Die arterielle Kanulierung erfolgte an der Chirurgischen Klinik München in der überwiegenden Mehrzahl der Perfusionen an der A.femoralis communis, nur gelegentlich an der A.iliaca, der Aorta oder der A.subclavia. Dabei wird nach Schrägschnitt parallel und unterhalb des Leistenbandes und nach Heparinisierung die Femoralis zuerst mit einem Tourniquet temporär verschlossen und proximal des Abgangs der A.profunda femoris durch Querincision eröffnet. Zur Kanulierung werden Metall- oder Plastikkanülen verwendet (Abb.1).

Der Vorteil von Metallkanülen liegt in der Größe ihres Lumens. Wegen der Stabilität des Materials ist nur eine geringe Wandstärke erforderlich. Plastikkanülen haben im Verhältnis eine stärkere Wand, aber den Vorzug der besseren Biegsamkeit. Die Größe der Kanüle richtet sich nach dem Perfusionsvolumen

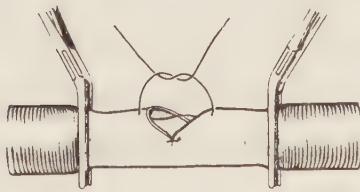
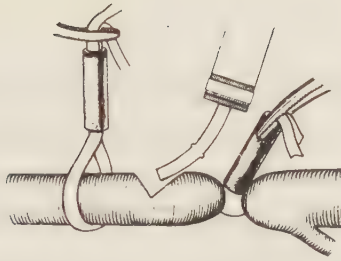


Abb. 1 a. Technik der Kanulierung der A.femoralis communis zum Anschluß der Herz-Lungen-Maschine.
b. Verschuß der Femoralisincision.

und dem Durchmesser des zu kanulierenden Gefäßes. Zur Vermeidung eines Druckgradienten, der durch Wirbel eine vermehrte Hämolyse hervorruft, werden möglichst große Kanülen verwendet, d.h. die Differenz der Lumina von Arterie und Kanüle wird klein gehalten.

Der Verschuß der Gefäßincision erfolgt im Säuglings- und Kindesalter durch Einzelnähte (Knopf- oder Matratzennaht); als Nahtmaterial wird heute atraumatisches 6-0 oder 5-0 Mersilen verwendet. Im Erwachsenenalter werden fortlaufende Nähte gelegt, entweder einfach überwendlich zur gleichmäßigen Verteilung des Kraftangriffs oder Matratzennaht. Zarte Gefäße erfordern engen, sklerotisch verdickte weiten Stichabstand. Bei brüchigen Arterienwänden werden tiefgreifende Nähte gelegt, evtl. unter Einbeziehung von Bindegewebe. Zur Vermeidung einer Dissektion der Wandschichten wird der Stich von innen nach außen geführt.

3. Methoden der arteriellen Kanulierung:

Zur Rückführung des Blutes aus der Herz-Lungen-Maschine in den Kreislauf wurden in den Jahren seit Einführung der EKZ verschiedene Gefäße verwendet: Anfangs kanulierte man die linke A.subclavia (Gibbon, Donald). Hierbei war eine zusätzliche linksseitige Thoraktomie nötig. Wegen dieser technischen Schwierigkeit wurde die Methode bald verlassen und die HLM an die A.iliaca externa bzw. A.femoralis communis angeschlossen. Die Durchblutung der arteriellen Strombahn erfolgte dann rückläufig. Die Femoralis-kanulierung ist heute noch die Methode der Wahl an der Chirurgischen Klinik München (Beschreibung der Technik siehe oben im Abschnitt: Technik der HLM). Die Kanulierung der Aorta wurde 1957 erstmalig von Dodrill beschrieben, der eine direkte Perfusion der Aorta descendens mit Hilfe einer aufgenähten Prothese vornahm (Abb. 2). Das Blut wurde dabei durch einen großkalibrigen Schlauch in die Aorta zurückgeführt, was die Aufrechterhaltung eines normalen Blutdrucks begünstigen sollte. Nunez kanulierte als Erster die Aorta ascendens unter Verwendung einer neuartigen



Abb.2: Perfusion durch die Aorta descendens mit Hilfe einer aufgenähten Prothese nach Dodrill.

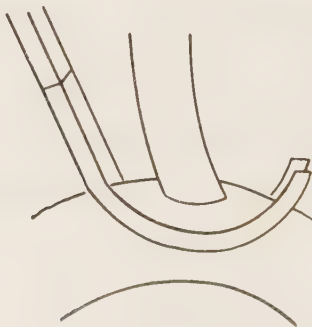


Abb.3: Kanulierung der Aorta ascendens nach Nunez

Gefäßklemme (Abb.3). De Wall wandte die Aortenkanulierung routinemäßig an und konnte so 1963 als Erster über gute Erfahrungen bei einem Kollektiv von 100 Patienten berichten.

Heute wird die Aorta an vielen Zentren herznah im aufsteigenden Teil kanuliert; dazu legt man zuerst eine atraumatische 3-0 Mersilen-Tabaksbeutelnaht mit einem Durchmesser von 10 mm beim Erwachsenen und 7 mm beim Kind. Die Naht soll nur die Adventitia fassen, evtl. auch den äußeren Anteil der Media. Zur Sicherheit kann eine zweite Tabaksbeutelnaht durchgeführt werden. Dann erfolgt im Zentrum der Naht die Gefäßincision quer oder längs. Um eine Blutung zu vermeiden, wird der betreffende Aortenabschnitt mit einer Satinsky-Klemme ausgeklemmt oder die Incisionsstelle durch Fingerdruck verschlossen. Zur Kanulierung werden Plastik- oder Metallkanülen verwendet; die Incisionsstelle soll etwas kleiner sein als der Kanülendurchmesser, damit eine Blutung vermieden wird (Gerbode et al.).

Die Kanüle fixiert man durch Anziehen der Tabaksbeutelnaht, die mit einem Tourniquet befestigt wird. Nach der Dekanulierung knüpft man sofort die Tabaksbeutelnaht, so daß es zu keiner Blutung kommen kann. Zusätzlich wird noch eine Matratzennaht über die Incision gelegt (Gerbode et al.; Trimble et al.) (Abb. 4a,b).

4. Problemstellung: Bei den routinemäßig durchgeführten Nachuntersuchungen nach Operationen unter EKZ fanden sich an der Münchner Chirurgischen Klinik gelegentlich Patienten mit Schmerzen beim Gehen oder fehlenden Pulsen in dem Bein, dessen Femoralarterie kanuliert worden war. So ergab sich die Frage, ob die Kanulierung Durchblutungsstörungen nach sich gezogen hatte. Es wurden deshalb am Krankengut der Chirurgischen Klinik München Nachuntersuchungen angestellt (Meisner et al.), die Patienten mit derartigen Zirkulationsstörungen erfassen sollten.



Abb. 4a: Tabaksbeutelnaht, die vor Kanulierung der Aorta asc. durch die Adventitia gelegt wird (nach Trimble).

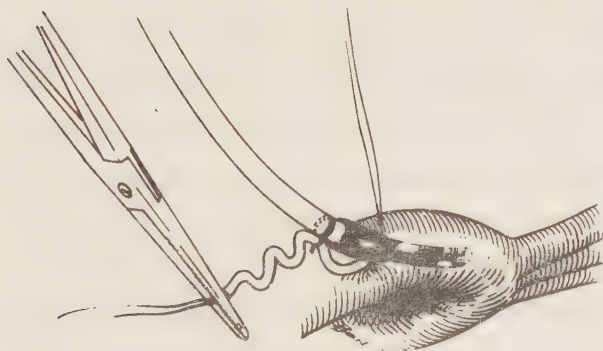


Abb. 4b: Kanulierung der Aorta asc. nach Trimble.

B. Nachuntersuchungen:

1. Krankengut: An der Chirurgischen Klinik München wurden seit 1958 mehr als 2000 Herzoperationen unter EKZ vorgenommen. Zum Anschluß der HLM verwandte man seit 1959 in der Regel die A.femoralis communis. Für unsere Untersuchungen wurden nur zwischen 1959 und 1966 operierte Patienten herangezogen. Von diesen wurden die Kinder der Operationsjahre 1959-63 ausgewählt (Operationsalter zwischen 2 und 16 Jahren), weil postoperative Komplikationen am kanulierten Gefäß (wie Aneurysma, teilweiser oder völliger Verschuß der Arterie) ausschließlich beim kindlichen Krankengut bekannt waren. Von den Jahren 1964-66 wurden nur diejenigen in die Untersuchung einbezogen, bei denen es intraoperativ bei der Kanulierung zu Komplikationen - z.B. Gefäßabriß - gekommen war und deshalb eher Durchblutungsstörungen zu erwarten waren; bei den 1959-63 Operierten war häufiger mit Zirkulationsstörungen (bedingt durch mangelhaftes Mitwachsen des Gefäßes) zu rechnen, weil der operative Eingriff mit der HLM schon länger zurücklag.

2. Untersuchungsmethode:

a. Erhebung durch Fragebogen: An die ausgewählte Gruppe wurden zur Erfassung von Kranken mit Durchblutungsstörungen Fragebögen mit folgendem Inhalt verschickt:

Fragen: Momentanes Körpergewicht: kg
 Körpergröße:
 Jetzige Tätigkeit: Schule
 Beruf (welcher)

Führt das Kind ein normales Leben?

 mit Einschränkung der körperlichen Leistung
 ohne Beschränkung

Bestehen Beschwerden?

 am Herz am Bein

Bestehen Beschwerden an dem Bein, wo die Herz-
Lungen-Maschine angeschlossen wurde, so bitten
wir um Beantwortung folgender Fragen:

Ist dieses Bein dünner als das andere? ja nein

Ist dieses Bein kälter als das andere? ja nein

Treten in diesem Bein Schmerzen

 beim Gehen auf? ja nein

Sonstige Beschwerden in dieser Richtung?

Werden noch Medikamente eingenommen? ja nein

Wenn ja, welche?

Patienten, die Schmerzen, Temperaturunterschiede oder ähnliches am betreffenden Bein angaben, wurden zur Untersuchung einbestellt, um klinisch und oscillographisch den Grad der vorliegenden Durchblutungsstörung zu bestimmen. Dazu wurde die Einteilung von Loose benutzt, der folgende Beschwerdegrade unterscheidet:

Stadien des Ver- schlusses	<u>Symptome</u>	
	subjektiv	objektiv
I	kalter Fuß, Kribbeln	blasse, oft wechselnde Hautfarbe
II	Claudicatio intermittens bei längerem Gehen, fleckige Blässe	Fußpulse kaum noch spürbar, bzw. nicht mehr spürbar
III	Claudicatio intern. nach kurzem Gehen, starker Waden- schmerz	fehlende Fußpulse, beginnende troph. Störungen
IV	Gehunfähigkeit, nächtlicher Dauerschmerz	Nekrosen Gangrän

b. Eigene Untersuchungen:

Mit Hilfe der Anamnese (Art und Lokalisation der Symptome; wann wurden diese zum ersten Mal bemerkt?; zu welchem Zeitpunkt treten sie auf?) wurde die Störung auf ihren Zusammenhang mit der Kanulierung untersucht und eine andere Ursache ausgeschlossen.

Nach Inspektion der Operationsnarbe an dem Bein, wo die HLM angeschlossen worden war, fand die klinische Untersuchung vergleichend an beiden Beinen statt: Pathologische Befunde waren nur zu verwerfen, wenn sie einseitig vorlagen, u.zw. an dem Bein, dessen Femoralarterie kanuliert worden war.

Es wurden geprüft: Wärme, Farbe, Länge und Umfang, Pulse (an Femoralis, Poplitea, Tibialis post., Dors. pedis) und Blutdruck (beide Beine, ein Arm zum Vergleich). Eine Auskultation der A.femoralis in Höhe der Operationsnarbe diente der Feststellung von Stenosegeräuschen.

Außerdem wurde die Ratschowsche Lagerungsprobe durchgeführt: Dabei muß der Patient mit beiden Füßen bei

senkrecht erhobenen Beinen Rollbewegungen ausführen. Der Arzt stützt die Waden ab und beobachtet die Farbe der Beine. Der Kreislaufgesunde kann den Versuch 10 Minuten lang ohne Beschwerden aushalten. Liegt eine Durchblutungsstörung vor, so wird die Haut bald leichenblaß oder cyanotisch und es treten Schmerzen auf. Der Versuch wird bei positivem Ausfall sofort abgebrochen (bei leichteren Störungen nach 3-4 Minuten). Der Patient läßt die Beine hängen, und es wird die Zeit bis zum Eintritt der reaktiven Hyperämie (normal 1-2 sec.) und der Venenfüllung (normal 5 sec.) gemessen. Je schwerer die Durchblutungsstörung, umso größer ist die Verzögerung, die bis zu 2 Minuten betragen kann.

Zur Objektivierung der klinischen Befunde wurden zusätzlich doppelseitig vergleichende Pulsschreibungen mit dem Oscillographen nach Gesenius und Keller vorgenommen (Ratschow): Mit 2 Manschetten werden an korrespondierenden Stellen beider

Extremitäten gleichzeitig Pulswellen registriert (pneumatische Manschettendruckschwankungen, die in Hebelausschläge umgesetzt als Oscillationen sichtbar sind). Die Oscillogramme wurden von Oberschenkel, Wade, Knöchel und Fußrücken geschrieben, um festzustellen, in welcher Höhe Seitendifferenzen auftreten (Lokalisation einer Stenose). Der Manschettendruck wird, vom systolischen Blutdruckwert anfangen, stufenweise um jeweils 10 oder 20 mm Hg bis auf 0 mm Hg erniedrigt (Hoffmann). Auf jeder Druckstufe registriert man mehrere Oscillationen, so daß sich eine Hüllkurve ergibt, deren maximale Ausschläge den oscillographischen Index darstellen (vergl. Abb. 6,8). Durch Messung der oscillographischen Indices lassen sich Seitendifferenzen zwischen beiden Beinen feststellen, wobei eine Differenz von mehr als 1 mm als pathologisch gilt.

3. Ergebnisse: Bei 530 Kindern der Operationsjahre 1959-66 wurden die Krankengeschichten auf Methodik und Probleme der intraoperativen Femoraliskanulierung und -naht untersucht. In 31 Fällen (6%) war es während der Operation zu Komplikationen bei der Kanulierung des Gefäßes gekommen, davon 17 mal zum Gefäßabriß oder -einriß, 13 mal zur Intimaläsion und 1 mal zum Aneurysma dissecans (Schwierigkeit der Kanulierung kleiner, kindlicher Gefäße).

Vgl. Tab. 1

Art der Komplikation	Zahl
Gefäßabriß	17
Intimaläsion	13
Aneurysma dissecans	1
	31 = 6 %

Tab. 1: Häufigkeit von Komplikationen bei Kanulierung der A.femoralis bei 530 Kindern zwischen 2 und 16 Jahren (1959-63).

An 285 von 530 Patienten (im wesentlichen die der Op.-Jahre 1959-63) wurden Fragebögen verschickt, davon wurden 214 (75 % von 285) beantwortet. 22 von 214 Patienten (10 %) gaben postoperative Beschwerden an. Diese verteilten sich folgendermaßen:

	<u>Zahl der Patienten</u>
Beschwerden am Bein, dessen Femoralarterie kanuliert worden war:	
ja	22
nein	192
<u>Art der Beschwerden</u>	
Bein ist dünner als das andere	4
Bein ist kälter als das andere	5
Schmerzen beim Gehen	14
Sonstige Beschwerden in dieser Richtung:	
Bein ist kürzer als das andere	2
Femoralaneurysma (operativ beseitigt)	2
Krampf beim Treppensteigen	1

Fortsetzung Tab. 2:

<u>Art der Beschwerden</u>	<u>Zahl der Patienten</u>
Schmerzen im Bein nur bei sportlicher Belastung	1
ständig Entzündung der großen Zehe	1
Bein wird zeitweise blau	1

Tab. 2: Aufgliederung der Beschwerden, die von den angeschriebenen Patienten auf dem Fragebogen angegeben wurden: bei 17 Patienten war 1 Symptom vorherrschend; 9 Patienten klagten über jeweils 2 der oben aufgeführten Arten von Beschwerden.

16 Patienten mit postoperativen Beschwerden wurden untersucht: bei 4 Kindern konnte durch genauere anamnestiche Abklärung bei der Untersuchung die Kanulierung als Ursache der Beinbeschwerden ausgeschlossen werden (zwei davon hatten Beschwerden im anderen Bein, einer in beiden Beinen; bei einem war es zur Embolie nach Herzkatheterisierung

gekommen). Bei 12 Patienten wurden in dem Bein Störungen nachgewiesen, dessen Femoralarterie kanuliert worden war.

	22	Patienten klagten über Beschwerden (laut Fragebogen)
davon:	<u>16</u>	<u>Patienten untersucht:</u>
bei	4	Patienten Störung als Folge der Kanulierung ausgeschlossen
bei	12	Patienten wurde eine Störung nachgewiesen
bei	6	nicht untersuchten Patienten ist eine Störung als Folge der Kanulierung nicht auszuschließen
	18	Patienten verbleiben also mit Störungen

Tab. 3: Zahlenverhältnis von Beschwerden und nachweisbaren Störungen. (Die 18 Patienten mit Störungen sind in den Tabellen 5 und 7 einzeln aufgeführt.)

Tabelle 4 zeigt eine Zusammenfassung der verschiedenen Gruppen von Störungen. (Die Gruppe von 18 Patienten setzt sich zusammen aus 12 nachuntersuchten Patienten mit nachgewiesenen Störungen und 6 nicht untersuchten Beschwerdepatienten.)

Befund	Symptom	Anzahl
Femoralis-Total-Verschluß	Wachstumsstörung	1
Femoral-Aneurysma	Schmerz	2
Femoralis-Teil-Verschluß	Claudicatio Grad I	9
Femoralis-Teil-Verschluß	Claudicatio Grad II	6
		18 = 9 %

Tab. 4: Spätschäden nach Femoraliskanulierung (Zusammenfassung aller Beschwerdepatienten von Tab. 5 und 7; Einteilung nach dem Grad der Durchblutungsstörung, Grad I-II und II-III unter Grad II zusammengefaßt).

Bei einem der 18 Patienten hatte sich postoperativ eine Verminderung des Längenwachstums des betroffenen Beines gezeigt: 4 Jahre postop. hatte der Längenunterschied 1,5 cm betragen. Mit Hilfe der Angiographie war ein Verschuß der Femoralis und der Profunda femoris aufgedeckt worden; ein Venentransplantat 4 Jahre postop. hatte die Beschwerden beseitigt. Das Wachstum des betroffenen Beines normalisierte sich danach; allerdings wurde die schon bestehende Längendifferenz nicht mehr ausgeglichen.

Bei 2 Patienten hatte sich 3 bzw. 4 Jahre postop. ein Femoralaneurysma ausgebildet. Nach operativer Beseitigung in beiden Fällen wurde nicht mehr über Störungen geklagt.

Die restlichen 15 Patienten gaben Gehbeschwerden verschiedener Stärke an. Der Grad der jeweils vorliegenden Durchblutungsstörung wurde auf Grund

der Symptomatik unter Zuhilfenahme der Oscillographie festgestellt (bei nicht untersuchten Beschwerdepatienten nur mit Hilfe der Symptomatik). Die klinischen Befunde wie Puls und Ratschowsche Lagerungsprobe wurden zur Abklärung ebenfalls herangezogen. Dabei zeigte es sich, daß bei Fehlen des Femoralis- oder Poplitea-Pulses nicht immer ein schweres Krankheitsbild und ein erheblicher oscillographischer Befund vorhanden waren (siehe Tab. 5). Bei 9 Patienten wurde das Stadium I eines Gefäßverschlusses (Loose) diagnostiziert mit Beschwerden nur bei stärkeren Belastungen (z.B. Treppensteigen, Sport) und oscillographischen Differenzen von 1,5 - 2 mm; die Ratschowsche Lagerungsprobe fiel bei diesen Patienten negativ aus.

Bei 6 Patienten lag das Stadium II vor: Die Störungen treten im betroffenen Teil (vor allem in der Wade) nach längerem Gehen auf; die oscillographische Differenz betrug hier durchschnittlich

Tab. 5: Untersuchungsbefunde der einzelnen Beschwerdepatienten und Zusammenstellung nach dem Grad der vorliegenden Durchblutungsstörung.

Patient	Op.-Verlauf	Zwischenuntersuchungsbefund	Symptome	Oscillogr.Diff. Fem.Pop.Tib.Dors.	Puls (HLM- Bein) F P T	Ratschow- Lager.- Probe	Grad
B.W. männl.	?	4 Jahre postop. Femoralverschluss und Venentranspl.	Wachstumsrück- stand im HLM-Bein	2 1 - -	- - - -	+ (im HLM- Bein)	III (seit Transpl. nur noch Gr. I)
P.G. weibl.	?	3 J. p.o. Femoral- aneurysma reseziert	seit Aneurysma- operation keine mehr	0,5 1 1 -	+ + + +	o.B.	Femoral- aneurys.
M.F. weibl.	Einriss und End-zu-End- Anastomose	-	Schmerzen bei längerem Gehen	4 1,5 0,5 0,5	(+)(+) + (+)	o.B.	II
L.G. weibl.	Einzelknopf- naht	1 J. postoper. patholog. Oscillogr.	Schmerzen bei längerem Gehen	1,5 1,5 1 -	- (+) - +	(+) (im HLM- Bein)	II
S.P. männl.	Längsnaht	1 J.p.o. keine Fußpulse	Schmerzen bei längerem Gehen, Temp.differenz	3 2 - -	(+) - (+) -	(+) (im HLM- Bein)	II

Patient	Op.-Verlauf	Zwischenuntersuchungsbefund	Symptome	Oscillogr. Diff. Fem. Pop. Tib. Dors.	Puls (HLM-Bein) P P T D	Ratschow- Lager.- Probe	Grad
M.S. weibl.	Längsnaht	-	Schmerzen bei stärkerer Belastung (Sport)	3 3 1,5 1	+ + - +	o.B.	I-II
K.S. männl.	Einriss und End-zu-End-Anastomose	-	Schmerzen bei stärkerer Belastung	1 2 3,5 - (+)(+) + (+)	+ + + +	+ (im HLM-Bein)	I-II
R.M. weibl.	?	-	Schmerzen bei längerem Gehen	- 1,5 1 -	- + + -	o.B.	I
N.S. weibl.	Einzelknopfnaht	-	verminderter Beinumfang	1,5 1 1 -	+ - - -	o.B.	I
G.K. weibl.	?	-	Schmerzen bei stärkerer Belastung	Untersuchungs- bef. auswärts, kein osc. Bef.	(+)(+)(+)(+)	o.B.	I
W.M. männl.	?	-	Schmerzen bei längerem Gehen, Temp.differenz	- 1 - 0,5	+ + + -	o.B.	I
A.K. weibl.	?	-	Schmerzen bei stärkerer Belastung	Untersuchungs- bef. auswärts, kein oscillogr. Bef.	+ + + +	o.B.	I

Tab. 6: Untersuchungsbefunde einer Kontrollgruppe (Patienten, mit EKZ operiert, aber ohne Beinbeschwerden p.o.)

Patient	Symptome	Oscillogr.Differ. Fem.Pop.Tib.Dors.	Puls(HLM-Bein) Fem.Pop.Tib.Dors.	Ratschow- Lagerungs- Probe
K.B. männl.	-	0,5 1 - -	+ + (+) -	o.B.
R.A. männl.	-	0,5 0,5 - -	+ + + +	o.B.
H.H. männl.	-	- 0,5 - -	(+) (+) (+) (+)	o.B.
R.L. männl.	-	- 1 0,5 1	+ + (+) (+)	HLM-Bein: o.B. anderes B: +
M.S. weibl.	-	1 - 1 1	+ + (+) (+)	o.B.

Abb. 5:

Ausschnitte aus dem Oscillogramm eines
Beschwerdepatienten (S.P. weibl.)
(dargestellt ist jeweils die Messung
bei einem Manschettendruck von 100 mm Hg)



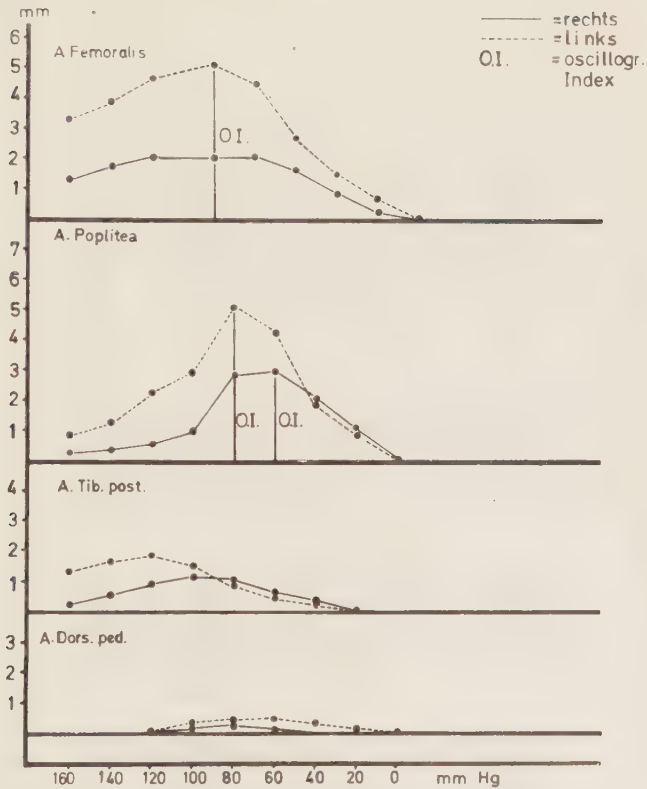
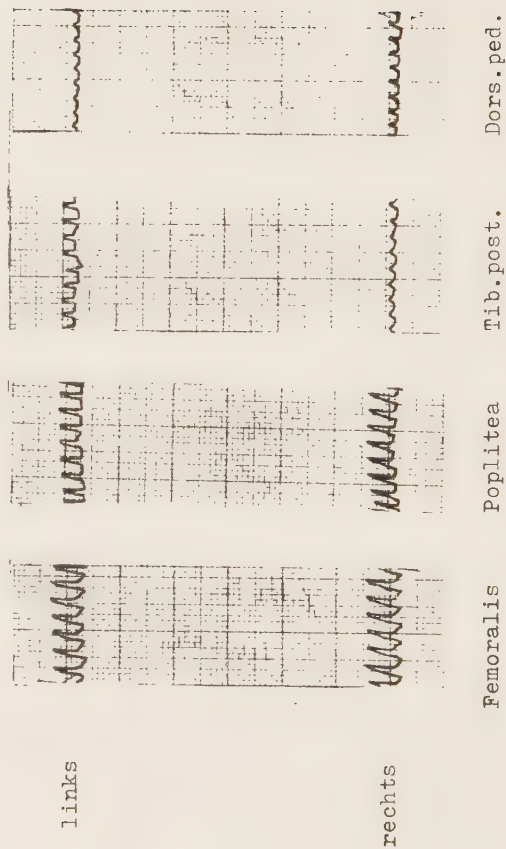


Abb.6: Auswertung des Oszillogramms eines Patienten mit Durchblutungsstörungen (S.P. weibl). Auf der Abszisse Manschettendruck in mm Hg; auf der Ordinate der oscillographische Ausschlag in mm.

Abb. 7: Ausschnitte aus dem Oscillogramm einer
beschwerdefreien Kontrollperson.
(R.L. männl.)
(dargestellt ist jeweils die Messung
bei einem Manschettendruck von 100 mm Hg)



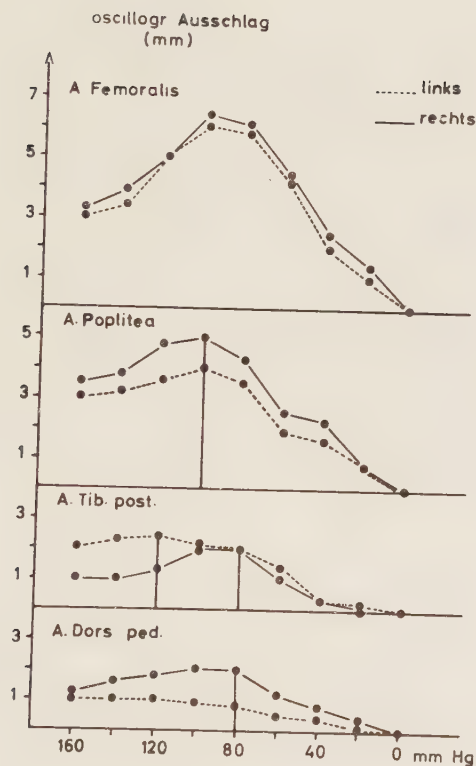


Abb. 8: Auswertung des Oscillogramms einer beschwerdefreien Kontrollperson (R.L., männl.).

Patient	Symptome	Grad der Durchblutungsstörung
V.H. männl.	Femoralaneurysma 7 J. postop.	Femoralaneurysma
K.G. männl.	Beschwerden bei längerem Gehen	I
V.H. männl.	Beschwerden bei längerem Gehen	I
A.St. weibl.	Beschwerden bei längerem Gehen	I
H.W. männl.	Beschwerden bei längerem Gehen	I
E.W. männl.	Schmerzen beim Gehen, beginnende troph. Störungen am Fuß	II-III

Tab.7: Nicht untersuchte Beschwerdepatienten
(Zusammenstellung nach dem Grad der vor-
liegenden Durchblutungsstörung).

2-3 mm (Abb. 5 und 6); die Ratschowsche Lagerungsprobe war - abgesehen von einem Fall - positiv.

In Tabelle 5 sind die Untersuchungsbefunde der einzelnen Patienten mit Störungen zusammengestellt. Im Vergleich dazu die Befunde einer Kontrollgruppe (Tab. 6: 5 Patienten, ebenfalls mit HLM operiert, postoperativ aber ohne Störungen im entsprechenden Bein): Der fehlenden Symptomatik entspricht das Fehlen eines pathologischen klinischen Untersuchungsbefundes und eines pathologischen Oscillogramms. Die oscillographischen Differenzen betragen hier nie mehr als 1 mm (Grenze des Normalbereichs): Abb. 7 und 8.

Tabelle 7 zeigt eine Aufstellung der nicht untersuchten Patienten, die über Beschwerden geklagt haben (Schweregrad anamnestisch und mit Hilfe der Symptomatik bestimmt).

Zusammenhänge zwischen Beschwerden und intraoperativen Komplikationen bei der Kanulierung des Gefäßes

konnten nur in wenigen Fällen festgestellt werden:
Von den 31 Patienten, bei denen es intraoperativ zur Verletzung der kanulierten Femoralis gekommen war, fanden sich in der Gruppe mit Durchblutungsstörungen nur 3 wieder (10 % von 31 Patienten). Bei ihnen war das Gefäß während der Kanulierung eingerissen und eine End-zu-End-Anastomosierung erforderlich geworden. Die Durchblutungsstörung entsprach dem klinischen Stadium II des Verschlusses. Die übrigen 29 Patienten mit Komplikationen bei der Kanulierung hatten im Fragebogen angegeben, daß sie beschwerdefrei seien.

Zusammenhänge zwischen Beschwerden und intraoperativer Nahttechnik konnten bei 2 Patienten festgestellt werden. In beiden Fällen war die Arterie längs verschlossen worden; es hatte sich eine Durchblutungsstörung vom Stadium II entwickelt.

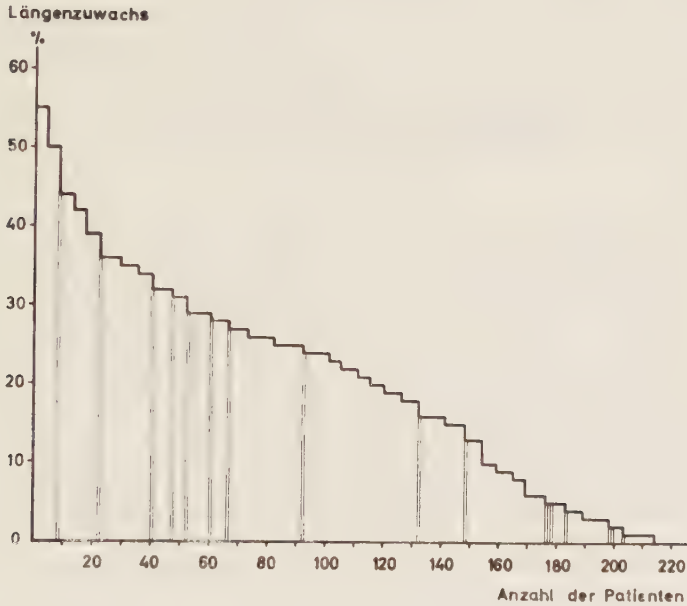


Abb. 9: Längenzuwachs in % seit der Operation von 214 Kindern nach 5 - 10 Jahren.
(Patienten mit Gehbeschwerden durch schraffierte Säulen hervorgehoben.)

Um eine Beziehung zwischen Wachstum und Durchblutungsstörung (durch unzureichendes Mitwachsen des Gefäßes an der Nahtstelle) herzustellen, wurde die Größen- und Gewichtszunahme seit der Operation errechnet. Es ergab sich folgendes Bild:

Der prozentuale Längenzuwachs betrug - ausgehend von der Größe zur Zeit der Operation - 5 - 10 Jahre postoperativ zwischen 0 und 60 %. Die Abbildung 9 zeigt, wie sich die Patienten mit Durchblutungsstörungen in diesem Feld verteilen: Auf der Abszisse sind - der Wachstumszunahme entsprechend - die Operierten aufgetragen, die bei der Auswertung zur Verfügung standen, auf der Ordinate die prozentuale Größenzunahme. Die schraffierten Säulen stellen Patienten mit Durchblutungsstörungen dar. Man sieht, daß diese sich nicht im Bereich stärkeren Längenzuwachses konzentrieren, sondern über das ganze Feld verteilt sind.

Die Gewichtszunahme betrug 5 - 10 Jahre postoperativ zwischen 30 und 230 %. In Abb. 10 ist auf der

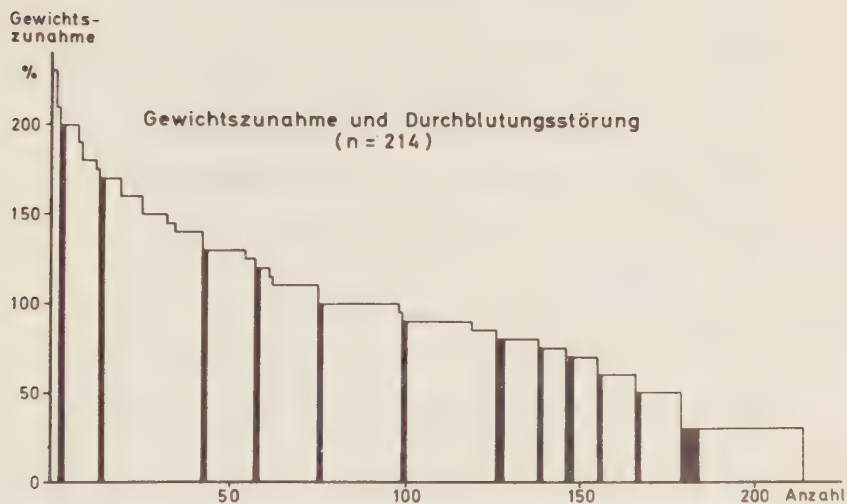


Abb. 10: Gewichtszunahme in % von 214 Kindern nach 5 - 10 Jahren (Patienten mit Gehbeschwerden durch schraffierte Säulen hervorgehoben).

Abszisse die Zahl der Operierten aufgetragen, die bei der Auswertung zur Verfügung standen, auf der Ordinate die prozentuale Gewichtszunahme. Die Patienten mit Durchblutungsstörungen (durch schraffierte Säulen gekennzeichnet) sind auch hierbei nicht im Gebiet des stärksten Zuwachses gehäuft zu finden, sondern sind über das ganze Feld verteilt.

Berücksichtigt man das Alter der Patienten zur Zeit der Operation (2-12 Jahre), so sieht man, daß Durchblutungsstörungen nicht nur bei der Gruppe der kleineren (etwa 5-jährigen) oder der größeren (etwa 12-jährigen) Kinder zu finden sind, sondern in allen Altersstufen. Dies zeigt die Abb. 11, bei der die Patientenzahl auf der Ordinate aufgetragen ist und das Alter (zur Zeit der Operation) auf der Abszisse. Für die verschiedenen Spalten ist angegeben, wie lange die Operation bei der jeweiligen Patientengruppe her ist (5-8 Jahre). Die einzelnen Säulen zeigen die Zahl der pro Altersgruppe Operierten an, schraffierte Felder stellen Patienten mit Beschwerden dar.

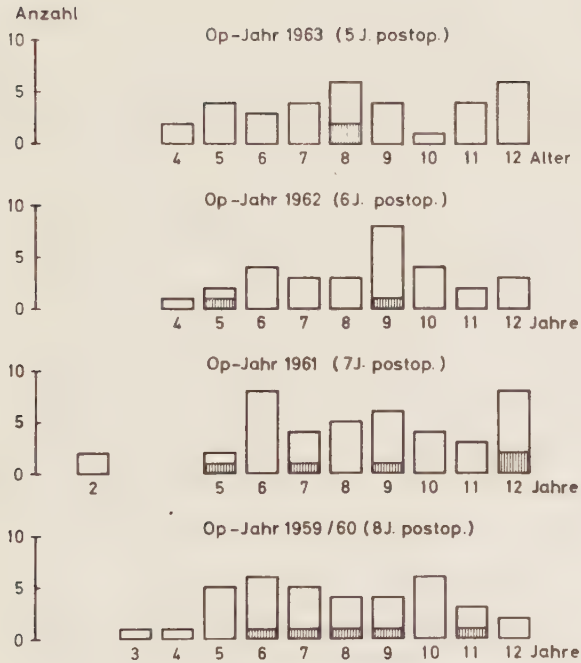


Abb. 11: Verteilung der operierten Kinder 1959-63 auf die verschiedenen Altersstufen.
(Schraffiert: Anteil der Patienten mit Gehbeschwerden 5 - 8 J. postoperativ.)

C. Diskussion:

Über Durchblutungsstörungen direkt nach Femoralarteriotomien mit EKZ wurde schon 1963 von Emmerich berichtet:

Von 21 Kindern zeigten 16 direkt postoperativ keine erfaßbaren Veränderungen der Zirkulation; bei den restlichen 5 lagen 1 Tag postop. Gefäßspasmen vor, die sich in 3 Fällen wieder besserten. In einem Fall bestand noch nach 195 Tagen eine Durchblutungsstörung mit dem Bild einer Claudicatio intermittens; bei einem Kind wurde am 4.Tag postop. die Femoralarterie revidiert und ein atypisch hoher Abgang der A.profunda femoris festgestellt: man hatte nicht die A.femoralis communis kanuliert, sondern die A.femoralis unterhalb des Profundaabgangs, sodaß die A.profunda bei postoperativer Stenosierung nicht wirksam werden konnte zur kollateralen Überbrückung der Gefäßeinengung. Dieses könnte auch die Ursache mancher Durchblutungsstörungen sein, die erst Jahre nach Femoraliskanulierung

auftreten. Solche Störungen sind nicht direkt postoperativ festzustellen (in einer Untersuchung, wie Emmerich sie durchführte), sondern erst bei einer späteren Nachuntersuchung. Dabei wäre es notwendig, alle in Frage kommenden Patienten zu untersuchen. Einengungen des Gefäßes, die mit Durchblutungsstörungen einhergehen, äußern sich aber in subjektiven Beschwerden und anderen Störungen in den Gebieten mit mangelhafter Blutversorgung: Eine Stenosierung bewirkt dann Durchströmungsverminderung und Beschwerden, wenn das Gefäßlumen um mindestens 50 % eingeengt ist und kein ausreichender Kollateralkreislauf besteht (Heberer et al.).

Deshalb wurden von uns nur Patienten untersucht, die über Störungen klagten. Neben der Beschwerdeanamnese und der klinischen Untersuchung lag dabei das Hauptgewicht auf der oscillographischen Pulsmessung. Diese schien als vergleichende Untersuchung zwischen beiden Beinen besonders geeignet: Bei annähernd gleich-

cher doppelseitiger Durchblutung sind normalerweise nur geringe oscillographische Differenzen (unter 1 mm) festzustellen (Ullmann et al.), was in der vorliegenden Untersuchung durch Messungen an einer Gruppe beschwerdefreier Kontrollpersonen nachgeprüft und bestätigt wurde. Die einseitige Durchströmungsverminderung (in diesem Fall der kanulierten Femoralis) wird durch erniedrigte oscillographische Ausschläge dargestellt. Dabei macht die Oscillographie aber nur genaue Aussagen über die Hauptstrombahn und zeigt nicht in jedem Fall das Vorhandensein von Kollateralen an (Hoffmann, Kühn): Der ausgebildete Umgehungskreislauf wird zwar im typischen Fall durch viele kleine, nicht pulssynchrone Zacken dargestellt; dieses oscillographische Bild ist aber nicht immer vorhanden. So kann durchaus ein pathologisches Oscillogramm vorliegen bei einem Patienten, der klinisch beschwerdefrei ist, weil er einen aus-

reichenden Kollateralkreislauf hat (Kühn):
Stenosen der A.femoralis communis (zwischen
Leistenband und Abgang der A.profunda femoris)
werden in den meisten Fällen gut durch einen
Umgehungskreislauf zwischen A.profunda fem.
und Ästen der A.iliaca interna kompensiert
(Steger et al.) - ein langsames Fortschreiten
des Verschlusses vorausgesetzt (Cervello et al.).
Daher ist die Kanulierung oberhalb des Profundaabgangs
so wichtig. Der Hauptfaktor bei der Ausbildung von
Kollateralen ist die Druckdifferenz zwischen dem
zentralen und peripheren Abschnitt. Deshalb wird die
Bildung eines Umgehungskreislaufs durch motorische
Aktivität gefördert, die den Druck in der Peripherie
erniedrigt. Außerdem sind vasomotorische Vorgänge
an der Kollateralenentwicklung beteiligt.

18 der in München mit HLM operierten Patienten
hatten bei Nachuntersuchungen im Operationsjahr
oder darauffolgenden Jahr über Beschwerden geklagt;

von diesen gaben jetzt nur noch 3 Störungen an. In den anderen Fällen, bei denen die Beschwerden verschwunden waren, kann eine Stenose vorgelegen haben, die mittlerweile durch die Ausbildung eines Umgehungskreislaufs ausreichend kompensiert wurde.

Nach dem oben Gesagten ist die Oscillographie also diagnostisch nicht allein zu verwerten, sondern nur im Zusammenhang mit Symptomatik und klinischer Untersuchung. Dann macht sie ausreichende Aussagen über die Durchblutung des betreffenden Gefäßabschnitts und erspart in den meisten Fällen die Angiographie, der sie zumindest immer vorausgehen sollte und die - als relativ belastender Eingriff - nur bei strengster Indikation vorgenommen werden sollte (Gesenius). Aus diesem Grund wurde auch bei der vorliegenden Untersuchung in allen Fällen auf die Angiographie verzichtet (Angiogramme, die vor der Nachoperation gemacht wurden, liegen von den Patienten mit Femoralaneurysmen und dem mit Venentransplantat vor).

Die Erhebungen wurden ausschließlich bei Kindern vorgenommen, weil postoperative Störungen (wie Femoralaneurysma, Femoralistotalverschluß, Gehbeschwerden bei Teilverschluß des Gefäßes) beim kindlichen Krankengut bekannt waren, während Erwachsene nach der Kanulierung nie über Beschwerden geklagt hatten. Das ließ auf eine Disposition für Schäden im Kindesalter schließen. Ursachen dafür könnten sein:

1. eine Thrombose während der Kanulierung; 2. ein Mißverhältnis von Gefäßlumen und Kanülengröße, das eine Intimaläsion mit nachfolgender Thrombosierung begünstigt; 3. besondere Nahtschwierigkeiten bei kleineren Gefäßen: Gefahr der akuten, nahtbedingten Stenose; 4. unzureichendes Mitwachsen der Arterie bei postoperativen Wachstumsschüben: Normalerweise nimmt beim Wachstum des zu versorgenden Gewebsbezirktes das Lumen einer Arterie zu (Anpassungsvorgang, um eine ausreichende Blutversorgung zu gewährleisten). An der Naht der Femoralarterie

(nach Femoralarteriotomien) kommt es zur Vernarbung und das Gefäß kann an dieser Stelle nicht mit dem physiologischen Wachstum Schritt halten (sekundäre Nahtstenose).

Wenn der letztgenannte Mechanismus bei der Stenoseentstehung eine Rolle spielt, müßte eine Korrelation zwischen Gewichts- bzw. Längenzuwachs und Anzahl der Durchblutungsstörungen bestehen. Das war bei unserer Untersuchung nicht der Fall: Manche Patienten mit Störungen hatten postoperativ stark zugenommen (bzw. waren erheblich gewachsen, 45 % Längenzuwachs), andere sehr wenig (3 % Längenzuwachs). Umgekehrt waren bei einer großen Zahl von Operierten mit starken Wachstumsschüben keine Störungen aufgetreten.

Korrelation der Durchblutungsstörungen zu intraoperativen Komplikationen bei Kanulierung und zur Nahttechnik: Als intraoperative Störungen könnten Wanddissektionen, Aneurysmen oder Stenosierungen vorkommen. Bei 31 Patienten war es intraoperativ zu

solchen Komplikationen gekommen (vgl. Tab. 5). Nur 3 dieser Operierten zeigten bei unserer Untersuchung noch Störungen: In allen 3 Fällen hatte intraoperativ ein Gefäßriß vorgelegen; eine End-zu-End-Anastomose der Femoralarterie war notwendig geworden.

Von den 13 Patienten, bei denen es während der Operation zur Intimaläsion gekommen war, klagte auf Befragen (Fragebogen) keiner über Beschwerden; auch der Kranke, bei dem während der Kanulierung ein Aneurysma dissecans aufgetreten war, hatte keine Störungen mehr. So waren Intimaläsionen und Aneurysma dissecans bei unserem Krankengut keine Ursache späterer Durchblutungsstörungen. Es kann sein, daß sich in diesen Fällen (und auch bei 14 von 17 Patienten mit intraop. Gefäßriß) frühzeitig ein ausreichender Umgehungskreislauf ausgebildet hatte.

Bei Längsincision und -naht der Femoralis, wie zu Beginn der EKZ-Operationen im Jahr 1959 in einzelnen Fällen durchgeführt, trat postoperativ häufiger eine Stenose auf. Dieses steht in Übereinstimmung mit

den Erfahrungen von Heberer und Gyurko, die die transversale Schnittrichtung der longitudinalen vorziehen 1. wegen der Thrombosegefahr (Vollmar), 2. weil der Strömungswiderstand mit der Länge der Einengung wächst. Außerdem hat die Transversalanastomose den Vorzug größerer Zerreißfestigkeit (Heberer et al.; Gyurko G. et al.).

Intraoperativer Gefäßriß, wie er einige Male vorgekommen war und auch in 3 Fällen zu späteren Durchblutungsstörungen geführt hatte, ist wohl zu erklären als Folge eines Mißverhältnisses von Gefäßlumen und Kanülengröße. Die End-zu-End-Anastomose zur Wiederherstellung der Arterie nach Einriß ist bei kleineren Gefäßen oft schwierig: Nach Vogelfanger ist sie nur bei einem Lumen über 5 mm durchführbar, weil sonst die Gefahr der Thrombosierung und fortschreitenden Stenosierung besteht. Allerdings gelangen an der Münchner Chirurgischen Klinik derartige Anastomosierungen auch schon bei einem Lumen unter 5 mm.

Die Schwierigkeiten bei der Kanulierung und anschließenden Naht also vor allem bei sehr kleinen Gefäßen

auftreten, müßte es bei den kleinsten Kindern am ehesten zu späteren Zirkulationsstörungen kommen und man würde demnach in einer Gruppe von 2 - 12 jährigen (Operationsalter) mehr Patienten mit Störungen bei den kleineren finden. Das hat sich beim eigenen Krankengut nicht bestätigt: Die Operierten mit Durchblutungsstörungen sind auf alle Altersstufen verteilt (vgl. Abb. 11).

Nur bei den 5 obengenannten Patienten (2 Patienten mit Längsnaht der Arterie, 3 Patienten mit Gefäßriß und End-zu-End-Anastomose) konnte eine Korrelation zwischen Art der Gefäßnaht und Durchblutungsstörungen festgestellt werden, nicht aber bei den übrigen 13 Patienten mit Störungen. Es ist aber anzunehmen, daß es in diesen Fällen zu kleinen, intraoperativ nicht bemerkten Intimaläsionen gekommen war, die die Anlagerung von Thromben begünstigt hatten (Bittner), oder daß sich - trotz Anwendung von Einzelnähten - eine Stenose entwickelt hatte.

D. Zusammenfassung:

Durchblutungsstörungen nach Anschluß der Herz-Lungen-Maschine sind am ehesten im Kindesalter zu erwarten, weil kleine Gefäße einerseits bei der Kanulierung leichter verletzt werden und andererseits postoperativ ein Mitwachsen der Nahtstelle nicht immer gewährleistet ist; allerdings bildet sich bei Kindern auch leichter ein Umgehungskreislauf aus, weil der Organismus anpassungsfähiger ist als im Erwachsenenalter.

An der Chirurgischen Klinik München wurde bei einer Gruppe von 285 Patienten (zur Zeit der Operation im Alter von 2-16 Jahren) geprüft, ob Durchblutungsstörungen in dem Bein vorlagen, dessen Femoralarterie kanuliert worden war. Der operative Eingriff lag bei den erfaßten Patienten 2 - 8 Jahre zurück.

285 Fragebogen wurden verschickt, 214 Antworten (75 %) konnten ausgewertet werden. Davon wurden in 22 Fällen Beso werden angegeben. 16 Patienten mit Beschwerden

konnten untersucht werden:

Nach Erhebung einer genauen Anamnese wurde in der Klinik eine Untersuchung, und - zur Objektivierung der Befunde - eine vergleichende oscillographische Pulsmessung an beiden Beinen vorgenommen; bei 12 Operierten konnten Durchblutungsstörungen nachgewiesen werden. Bezieht man die 6 nicht untersuchten Patienten mit Beschwerden ein (bei denen eine Störung wegen fehlender Untersuchung nicht auszuschließen war), so ergibt sich eine Komplikationsrate von 9 % von 214 Patienten.

Folgende Störungen lagen vor:

Einmal war es bei völligem Femoralisverschluß einige Jahre postoperativ zur Wachstumsstörung gekommen, zweimal hatte sich ein Femoralaneurysma entwickelt. In diesen 3 Fällen war 3 bzw. 4 Jahre postop. eine Nachoperation notwendig geworden. Bei den übrigen 15 Patienten lag ein Teilverschluß des Gefäßes vor, der sich in einer Claudicatio intermittens vom Grad I bzw. II äußerte.

Ursache der Durchblutungsstörungen:

Beim eigenen Krankengut konnte kein Zusammenhang zwischen Komplikationen bei der Kanulierung (wie Anlagerung von Thromben oder Intimaläsionen mit nachfolgender Thrombosierung) und später auftretenden Durchblutungsstörungen nachgewiesen werden.

Eine Korrelation bestand zwischen Nahttechnik und Zirkulationsstörungen: 3 Patienten mit End-zu-End-Anastomose nach Gefäßriß und 2 Patienten mit Längsnaht der Femoralis an der Incisionsstelle wiesen bei unserer Untersuchung Durchblutungsstörungen auf.

Eine Korrelation zwischen der Anwendung fortlaufender Nähte und dem Auftreten von Störungen konnte beim eigenen Krankengut nicht festgestellt werden: Bei keinem der Patienten mit Störungen war eine fortlaufende Naht gelegt worden.

Ein Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Durchblutungsstörungen und dem Operationsalter der Patienten bzw. ihrer postoperativen Größen- und Gewichtszunahme war nicht festzustellen.

Literaturverzeichnis

Bittner, W.

Ein Beitrag zur chirurgischen Versorgung akuter
Gefäßverschlüsse.

Langenbecks Arch.klin.Chir. 302:423, 1963

Crafoord, C; Norberg, B; Senning, A.

Clinical studies in extracorporeal circulation with
a heart-lung-machine.

Acta Chir. Scand. (Stockholm) 112:220, 1957

De Wall, R.A.; Levy, M.J.

Direct cannulation of the ascending aorta for open
heart surgery.

J. Thorac. and cardiovasc. Surg. 45:496, 1963

Dodrill, F.D.; Marshall, N.; Nyboer, J.; Hugher, C.H.;
Derbyshire, A.J.; Stearns, A.B.

The use of the heart-lung apparatus in human cardiac
surgery.

J. Thorac. Surg. 33:60, 1956

Donald, D.E.; Harshbarger, H.G.; Hetzel, P.S.; Patrick, R.T.;
Wood, E.H.; Kirklin, I.W.

Apparatus of the Gibbon type for mechanical bypass of
the heart and lungs.

Mayo Proceedings 30:105, 1955

Kammerich, K.

Ergebnisse rheographischer Nachuntersuchungen nach Femoralarteriotomien bei Operationen im extrakorporalen Kreislauf.

Dtsch. Gesundheitswesen 22:907, 1963

Gerbode, F.; Kerth, W.J.; Kovacs, G.; Sanches, P.A.; Hill, J.D.

Cannulation of the ascending aorta for perfusion during cardiopulmonary bypass. A new technique and analysis of results.

J. Cardiovasc. Surg. 9:293, 1968

Gesenius, H.

Oscillographie und Arteriographie

Dt. med. Wochenschrift 74:1, 1949

Gibbon, H.J.

Application of a mechanical heart and lung apparatus to cardiac surgery.

Minnesota Med. 37:171, 1954

Gyurko, G.; Furka, I.

Stenosing effect of vessel sutures. Experimental studies.

J. Cardiovasc. Surg. (Torino) 8:379, 1967

Heberer, G.; Rau, R.; Löhr, H.H.

Aorta und große Arterien.

Springer Verlag, Berlin 1966

Hoffmann, R.

Oscillographische Untersuchungen vor und nach Gefäßplastiken an obliterierten Stammarterien des Beckens und Beines.

Inaug.Diss.München 1964, 9045

Kay, J.H.; Dykstra, P.C.; Tsuji, R.K.

Retrograde ilioaortic dissection: a complication of common femoral artery perfusion during open heart surgery.

Amer.J.Surg. 111:464, 1966

Klinner, W.; Borst, H.G.; Sebening, F.; Schaudig, A.; Seidel, W.; Schmidt-Habelmann, P.; Meisner, H.; Struck, E.; Dragojevic, D.; Oelert, H.; Bühlmeier, K.; Rudolph, W.

Chirurgie am offenen Herzen. 10-jährige Erfahrungen mit dem extrakorporalen Kreislauf (Forum cardiologicum 11)

Boehringer, Mannheim, 1968

Kühn, R.A.

Kritische Betrachtungen und Untersuchungen zur Analyse oscillographischer Untersuchungsbefunde.

Zschr.Kreislaufforschung 43:549, 1954

Loose, K.E.

Klinische Diagnostik der peripheren Durchblutungsstörungen.

Langenbecks Archiv Klin.Chir. 292:173, 1959

Meisner, H.; Sebening, F.; Schaudig, A.; Klinner, W.; Pieper, R.

Zur Frage der arteriellen Kanulierung.

Thoraxchirurgie, Vascul. Chirurgie, 17:407, 1969

Ketzer, C.O.

Die Deutung der oscillographischen Kurve und ihre
Veränderung durch lokale und allgemeine Gefäßbeein-
flussung.

Zbl.Chir. 36:1554, 1953

Nunez, L.E.; Bailey, Ch.F.

New method for systemic arterial perfusion in
extracorporeal circulation.

J.Thorac.Surg. 37:707, 1959

Ratschow, M.

Angiologie.

Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1959

Servello, M.; Petronio, R.

Kollateralkreislauf bei chronischen arteriellen
Verschlußkrankheiten.

Zbl.Chir. 25:1500, 1961

Steger, C.; Cresti, M.

Kollateralkreislauf bei chronischen Verschlüssen
der Bauchaorta und der Beckenarterien.

Helv.Chir.Acta, 30:322, 1963

Trimble, A.S.; Bigelow, W.G.

Proximal aortic cannulation for extracorporeal circula-
tion

J.Thorac.and Cardiovasc. Surg. 51:674, 1966

Ullmann, J.; Wirth, R.

Praktische Hinweise zur Diagnostik der arteriellen
Durchblutungsstörungen.

Der ärztliche Dienst, 4:110, 1961

Vogelfanger, I.J.; Beattie, W.G.; Brown, F.H.; Devitt, J.L.;
Scobie, T.K.; Scobie, D.H.

The problem of small vessel anastomosis

Surgery 52:354, 1962

Ref.Z.org.Chir. 173:60, 1963

Vollmar, J.

Rekonstruktive Chirurgie der Arterien.

Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1967

Die Arbeit wurde an der Chirurgischen Universitätsklinik München (Direktor: Prof.Dr.Dr.hc Prof.R.Zenker) durchgeführt.

Mein besonderer Dank gilt Herrn
Oberarzt Priv.-Doz. Dr.Fritz Sebening und Herrn
Dr. Meisner für die Überlassung des Themas und die
jederzeit freundlich gewährte Hilfe.

Lebenslauf

Am 7. Juli 1946 wurde ich, Renate Pieper, als erstes Kind des Arztes Dr. med. Kurt Pieper und seiner Ehefrau Gisela, geb. Heinemann, in Göttingen geboren.

Bis zu meinem zehnten Lebensjahr lebte ich in Göttingen, besuchte dort 4 Jahre die Grundschule und 1 Jahr das Mädchengymnasium.

1956 zog ich mit meinen Eltern und meinem 1952 geborenen Bruder nach Osnabrück. Hier besuchte ich vier-
einhalb Jahre das Mädchengymnasium bis zu unserem
Umzug nach Melle 1960. In Melle legte ich Ostern 1965
am Neusprachlichen Gymnasium die Reifeprüfung ab.

Im Sommersemester 1965 begann ich das Studium der
Medizin an der neugegründeten Medizinischen Hochschule
in Hannover und legte dort nach zwei Semestern im
Frühjahr 1966 das Vorphysikum und nach weiteren 3
Semestern im Sommer 1967 das Physikum mit Erfolg
ab.

Zum klinischen Studium wechselte ich an die Universität München. Am 9.12.1970 bestand ich in München das
Staatsexamen.

